



Title	肺結核症の動脈血検査
Author(s)	矢口, 慧
Citation	結核の研究, 23-24, 71-76
Issue Date	1966-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/26768
Type	departmental bulletin paper
File Information	23_24_P71-76.pdf



肺結核症の動脈血検査

矢 口 慧

(国立札幌療養所)

結 言

呼吸機能の終局の目的は個体の新陳代謝に必要な O_2 を摂取し、代謝終産物である CO_2 を排泄することである。このガス交換がうまく行われているか否かは動脈血の O_2 - CO_2 組織をみると良い。従って動脈血検査は呼吸機能の終点を把握するところであり、肺結核症における動脈血検査の目的もまたここにある。

動脈血検査の意義

動脈血検査の目的あるいは意義についての報告^{1)~28)}は多いが要約すると表1のようである。即ち

1. 肺機能不全の診断：これは肺機能不全の有無、換言すると低 O_2 血あるいは高 CO_2 血の有無の診断である。
2. 肺機能障害の診断：肺機能不全がある場合に、その原因が如何なる肺機能障害、即ち換気不足、換気血流障害、拡散障害、静動脈短絡のいずれによるかを診断す

表 1 動脈血検査の意義

- I 肺機能不全の有無の診断
 - a. 動脈血 O_2 分圧の低下 (低 O_2 血症)
 - b. 動脈血 CO_2 分圧の上昇 (高 CO_2 血症)
- II 肺機能不全の原因 (肺機能障害) の診断

検査原因	空気呼吸		高 O_2 吸入		運動負荷		主なる疾患
	Pa_{O_2}	$Paco_2$	Pa_{O_2}	$Paco_2$	Pa_{O_2}	$Paco_2$	
換気不足	↓	↓	正常	不変	↓	↑	肋膜肝底肺気腫肺線維症
換気血流分布障害	↓	↓	正常	不変	↓	↑	肺 癌 肺化膿症
拡散障害	↓	↓	正常	正常	↓	↓	肺線維症
静動脈短絡	↓	正常	↓	不変	↓	↓	肺気腫

Pa_{O_2} : 動脈血 O_2 分圧 (正常値) 95 (83~102) mmHg

$Paco_2$: " CO_2 " (") 40 (35~50) mmHg

ることである。

3. 潜在性肺機能不全の診断：安静時には肺機能不全がみられないが、運動負荷あるいは高、低 O_2 を与えることによって肺機能不全が出現してくる症例にこの検査を行い、肺機能不全を早期に診断することができる。

以上の意義は肺結核においても同様でありその臨床的意義については、治療面においては、潜在性のものを含めて肺機能不全を早期且つ適確に把握してその改善につとめること、肺、気管支系感染症や、手術適応に対する考慮、術中術後の管理、 O_2 吸入の適応と管理等があげられよう。一方 Rehabilitation の面からは潜在性肺機能不全を早期に診断することによって庇護につとめる、即ち労働過重や肺気管支系感染を防止し肺性心の予防につとめることである。

動脈血検査の実際

動脈血検査の実施^{2) 3) 11) 28) 29)}は、通常上腕動脈から、cournand 氏動脈針を用いて、Heparin を抗凝固剤として、約 10ml 採血、直ちに動脈血 pH を測定し、次いで Van Slyke-Neill 型検圧計で動脈血の CO_2 、 O_2 含量及び O_2 容量を求める。 O_2 飽和度は O_2 含量と O_2 容量より算定し、 O_2 分圧は O_2 飽和度及び pH から O_2 標準解離曲線を利用して求め、 CO_2 分圧は CO_2 含量及び pH から Van Slyke, Sendroy ノモグラムを利用して求める。以上の方法のほかにはバブルメソッド、イアオキソメーター、ガスクロマトグラフィー、タテ・メーター、アイエルメータ及びアストラップの方法等がある。

肺結核症の動脈血所見

動脈血所見から肺結核症における肺機能不全を診断することは論議を要しないが、その原因である肺機能障害の種類を追求する方法としては適当でない。特に肺結核においては肺実質の損傷、肋膜肝底、無気肺、気管支拡張、肺気腫及び線維化等の多彩な病像が複雑に混在しているので一層その肺機能障害の種類を動脈血所見から診断する事は困難になる。今まで多数の研究者^{1) 2) 3) 4) 7) 14) 15) 16) 20) 21) 24) 26)}によって肺結核症の肺機能分析がおこ

なわれてきているが、著者は今回は動脈血所見を中心に自験症例を分析し、動脈血側からみた肺結核症と病型及びその程度からみた動脈血所見に分け検討してみた。

I 動脈血側からみた肺結核症

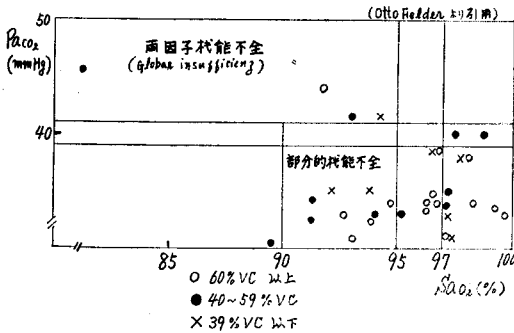
肺結核症患者では全身状態から肺機能不全の程度を知る事は難かしい。例えば臨床的に爪や口唇にチアノーゼを認めた時は既にその動脈血 O₂ 飽和度は85~75%に低下していたり、高 CO₂ の状態にあって手おくれの感がある。従ってわれわれは早期に動脈血の状態を把握してその対策を適確に講ずることが望ましい。

1) 安静時における肺機能不全

重症患者でも肺機能不全が軽度の場合には静かに臥床していることにより、また回復者でも過重労働をしない限り臨床的にはチアノーゼや呼吸困難を呈しないことが多く、一見呼吸機能は正常のようにみえる。

表2は自験例を Otto Felder の肺機能分類図²⁵⁾にプロットして、動脈血 O₂ および CO₂ 分圧の関係をみたもので、○印は比肺活量 60% 以上、●印は 59~50%、×印は 39% 以下の症例である。低 O₂ 血症あるいは高 CO₂ 血症のいずれか一方または両方を示す肺機能不全例は、比肺活量60%以上では15例中5例の33.3%に、59%以下では18例中9例即ち50%にみられている。尚これらの症例は選択的に選ばれたものではあるが、肺結核症における肺機能不全は少なくないものと思われる。

表 2 肺機能不全の診断 (安静)

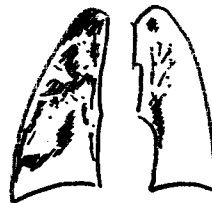


ここで臨床的に問題になるのは、低 O₂ 血症と高 CO₂ 血症の両方を示す Global insuffizienz 症例でこれは 33 例中 4 例にみられたが、この状態が長期にわたって存在すると O₂ 及び CO₂ 呼吸中枢の感受性が低下して、低 O₂ 血症に対する大動脈弓部並びに頸動脈球の化学受容体の感受性のみで呼吸することになるので、ここで何らかの目的で高 O₂ 濃度吸入、モルヒネ及びバルビツール剤等の呼吸中枢系鎮静剤の投与、あるいは肺、気管支系の

感染症等が加わると呼吸は更に抑制されて不足換気となり、動脈血 O₂ 分圧低下、CO₂ 分圧上昇という状態即ち所謂肺性脳症という状態に陥り CO₂ 中毒症候群を誘発し死の転帰をとることがある。このようなことは治療中の患者のみではなく、回復者として就業している場合にも起こる可能性があるため、低肺機能の者について動脈血検査を行っておくべきである。

表3は約2年間にわたって Global insuffizienz を持っていた患者であるが、治療的 O₂ 吸入及び鎮静剤投与等に留意し、肺、気管支感染の予防につとめたため肺性脳症をおこさなかった症例である。

表 3 両因子肺機能不全例



62才 女
結核病歴
4年4ヶ月

肺活量	1356cc (59%)	↓
1秒率	50%	↓
気速指数	0.587	↓
残気率	52.7%	↓
O ₂ 飽和度	81.2%	↓
安静時 O ₂ 分圧	48.0mmHg	↓
CO ₂ 分圧	45.5mmHg	↑
pH	7.38	↓

2) 運動時における肺機能不全 (潜在性肺機能不全の診断)

安静時には肺機能不全がないが、何らかの負荷^{12) 14) 18) 21) 23) 27)} 例えば運動負荷、肺・気管支系感染症及び手術侵襲などによって始めて低 O₂ 血症あるいは高 CO₂ 血症を呈する例が少なくない。従って潜在性肺機能不全を診断することは臨床的に極めて有意義である。

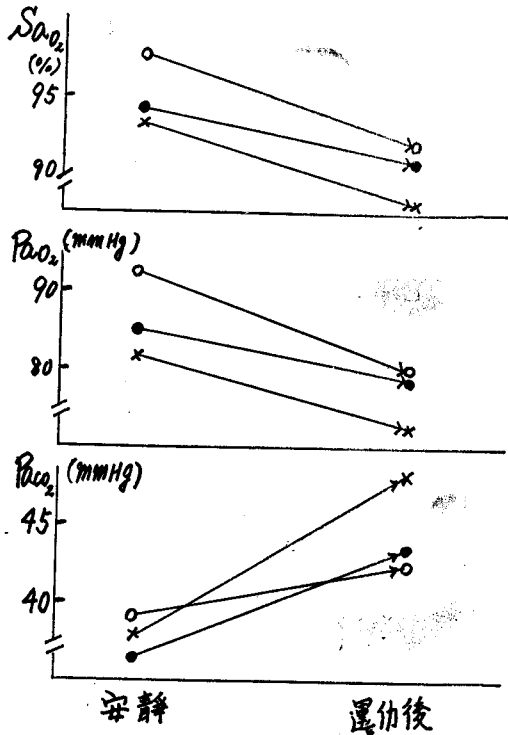
図1は安静時検査では正常であったが、運動負荷後に低 O₂ 血症及び高 CO₂ 血症を呈した潜在性肺機能不全例である。

3) 肺機能障害の診断

肺結核症の肺機能障害は前述の如く単一ではなく、幾つかの障害が種々の程度に重畳しているが、主に換気不足及び動静脈短絡が肺機能不全を招来していると言われている。

今回はその診断方法について述べるが、表1のように

図 1 潜在性肺機能不全の早期診断
(運動負荷試験)



空気 (20% O₂), 高濃度 O₂ 吸入および運動負荷の三条件下における動脈血所見を比較検討することにより肺機能障害を診断することができる^{1) 2) 7) 12) 15) 20) 24) 26)}。

II 肺結核症の病型および程度からみた動脈血所見

肺結核症は前述の如く種々の合併症のため複雑な臨床症状を呈したその肺機能を多岐にわたり Case 毎に検討しなければならない。

表 4 肺結核の肺機能障害 (笹本)

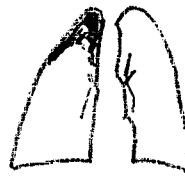
病型					
	肺腺	粟粒結核	気管狭窄	代償性肺気腫	重症肺結核
肺活量	↓	↓	↓	↓	↓↓
1秒率	↓	↓↓	↓↓	↓	≒↓
肺混指	≒	↑	↑	↑	↑↑
O ₂ 飽和度	↓	↓↓	≒	↓	↓
CO ₂ 分圧	↑	≒	↑	≒↑	≒↑

笹本氏^{24) 26)}は表4のように「レ」線所見に基づいた典型的症例をあげて肺結核症の肺機能を検討しているのでこれと自験例を比較考察を行う。

1) 軽・中等度の進展群 (NTA分類)

肺結核症の大半がこの群に含まれる。先ず各群の肺機能をみると、特徴は時に軽度の換気障害を示すことがあっても動脈血所見では正常であることが多い。自験例でも表5の様に動脈血には異常がみられない。このように明かな病巣が存在するのに拘らず、動脈血に異常所見がみられない理由については、肺結核症の病巣附近には閉塞性動脈炎があって、動脈短絡がないために、換気の減少に応じて血流もまた減少して、所謂換気血流関係のBalance がとれているためと証明されよう。

表 5 NTA: 軽度進展例



肺活量	3250cc (90%)
1秒率	92.0%
O ₂ 飽和度	96.2%
O ₂ 分圧	94.0mmHg
CO ₂ 分圧	36.5mmHg
pH	7.41

肺結核と他疾患の比較 (宮本)

疾患	肺結核	肺 癌	肺化膿症
例 数	12	6	7
% 肺 活 量	60~80	69	76
O ₂ 飽 和 度 %	91.5 ↓	86.9 ↓	86.9 ↓
O ₂ 分 圧 mmHg	64.5 ↓	48.8 ↓	52.4 ↓
CO ₂ 分 圧 mmHg	27.4	26.4	32.1
pH	7.55 ↓	7.55 ↑	7.50 ↑

他方、軽・中等度進展の肺結核症の動脈血が障碍されないことを利用して、肺癌および肺化膿症等との鑑別診断に動脈血検査を応用している報告もある。宮本氏は表5の如く、比肺活量70%程度の肺結核、肺癌及び肺化膿症の動脈血を比較検討して、後二者では強い低 O₂ 血症を呈することをあげ、その理由は換気と血流の関係が unbalance な状態にあると説明している。このように病巣の鑑別診断に利用することもできる。




2) 重症肺結核

今回は重症肺結核を NTA 分類、高度進展例で且つ比肺活量60%以下とした。

表6に示すように自験例 (18例) の平均値は笹本氏の

表 6 重症肺結核の動脈血所見
(NTA: F.A + % VC 60 以下)

	重症肺結核 (18例)	典型例
O ₂ 飽和度	81.2~93.7 % (93.5) ↓	↓
O ₂ 分圧	48 ~ 105 mmHg (73.8) ↓	↓
CO ₂ 分圧	26.3~45.5mmHg (35.6) ≒	≒↑
pH	7.36~7.48 (7.38) ↓	↓

症例	I	II	III
レ線所見 と 左右別 肺活量 (%)	 48.6 51.4	 92.4 7.6	 19.0 81.0
肺活量 CC ・ (%)	2310 ↓ (56.5)	2730 ↓ (52.4)	2170 ↓ (59.9)
1秒率 (%)	72.5 ↓	49.1 ↓	40.0 ↓
O ₂ 飽和度 (%)	96.1	96.0	83.1 ↓
O ₂ 分圧 mmHg	113.5	92.0	50.5 ↓
CO ₂ 分圧 mmHg	33.7	33.2	33.0
PH	7.42	7.40	7.41

典型例と同様な傾向を示し、動脈血は軽度の低血の状態であった。

次に同じような換気障害を有する患者で動脈血所見の異なる症例を供する。3 症例とも中等度の拘束および閉塞性換気障害を有し、動脈血では症例 I および II では正常であるが症例 III では強い低 O₂ 血を呈している。従って重症肺結核の治療においては動脈血所見を充分考慮すべきである。

3) 肋膜肺腫を伴う肺結核

肋膜肺腫は肺結核症における合併症のうち最も多いものであり、呼吸機能特に拘束性換気障害としての影響は大きい、動脈血まで障害されるのは高度の肺腫の場合と言われている。

自験例でも表 7 のように片側肺腫のため中等度拘束性障害を呈する症例では動脈血は正常で、両側肺腫の如く高度換気障害が加わって始めて低 O₂ 血症を招来する。

4) 無気肺を伴う肺結核

無気肺が存在する時は、その広がりによる肺容量の減少および動脈短絡による低 O₂ と高 CO₂ 血が特徴である。また肺結核においては大小種々の無気肺を伴う症例が多いから動脈血検査の適応と言えよう。

自験例でも表 8 の如く気相面の軽度障害に拘わらず低 O₂ 血をみている。

表 7 肋膜肺腫を伴った肺結核





症例	片側肺腫		両側肺腫	
		典型例		典型例
レ線所見		典型例		典型例
比肺活量 (%)	54.7 ↓	↓	46.0 ↓	↓
1 秒率 (%)	77.0 ↓	≒	61.0 ↓	≒↓
気速指数	1.040 ≒	≒	0.876 ↓	≒
残気率 (%)	33.4 ≒	≒	35.6 ↑	≒↑
O ₂ 飽和度 (%)	94.0 ≒	≒	87.7 ↓	↓
O ₂ 分圧 mmHg	79.0 ≒	≒	54.0 ↓	↓
CO ₂ 分圧 mmHg	33.5 ≒	≒	38.0 ≒	↑
PH	7.41 ≒	≒	7.44 ↑	≒↓

表 8 無気肺を伴った肺結核

症例	5 例	典型例
比肺活量 (%)	46.5~82.0 ↓	↓
1 秒率 (%)	58.8~87.6 ↓	≒↓
残気率 (%)	31.7~69.0 ≒↑	≒↑
O ₂ 飽和度 (%)	87.0~96.2 (91.3) ↓	↓
O ₂ 分圧 (mmHg)	57.0~91.0 (70.3) ↓	↓
CO ₂ 分圧 (mmHg)	25.2~34.0 (30.8) ≒	↑
pH	7.40~7.45 (7.42) ≒	≒↑ ↓

5) 肺気腫傾向を伴う肺結核

肺気腫および気管支喘息では、その程度によるが閉塞性換気障害や動脈血異常を示す例は少ない。然し肺気腫傾向を伴う肺結核の場合には自覚症やレ線所見から考えられる程の肺気腫傾向としての動脈血異常所見をみることは少いが動脈血検査をすることは必要である。

表 9 の症例は自覚症や換気機能から肺気腫傾向としての動脈血異常所見を想像したが、全く正常で肺機能不全はみられなかった。

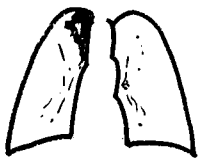
6) 粟粒結核

粟粒結核の呼吸機能は気相面では著明な障害がないのに拘らず拡散能の障害による低 O₂ 血が特徴で、これによる呼吸困難のみられることである。自験例においても表 10 のように明かな低 O₂ 血をみている。

表 9 肺気腫傾向を伴った肺結核

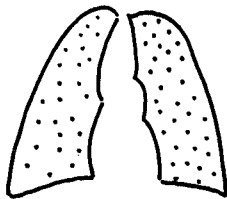
	症 例	肺気腫
肺活量 cc (%)	4155 (111.2) ↑	≒ ↓ ↑
1 秒量 (率)	1970 (48.7) ↓	↓
気速指数	0.756 ↓	↓
残気率 (%)	38.9 ↑	↑
O ₂ 飽和度 (%)	97.1 ≒	↓
O ₂ 分圧 (mmHg)	100 ≒	↓
CO ₂ 分圧 (mmHg)	31.5 ≒	↑
pH	7.42 ≒	↓

レ線所見



年 令 自覚症状
62 才 反復性の
咳嗽発作

表 10 粟粒結核



	症 例	典型例
肺 活 量	3970cc (103%) ≒	↓
1 秒 率	83.2 % ↓	↓
残 気 率	46.4 % ↑	↑
O ₂ 飽 和 度	87.5 % ↓	↓
O ₂ 分 圧	55 mmHg ↓	↓
CO ₂ 分 圧	31 mmHg ≒	≒
pH	7.45 ≒	≒

7) 全剝及び胸成術症例

外科療法のうち、肺機能障害の強い全剝及び胸成術症例では、その残存肺や虚脱肺が正常あるいは治癒状態であれば気相面での不足換気が主で液相面の障害は少く、動脈血の犯されるのは換気障害の極めて高度の場合である。

表11 全剝および胸成例

全剝術： 2例

胸成術： 5例 (肋骨切除5本以上)

	症 例	典型例
比肺活量 (%)	30 ~ 60 ↓	↓
O ₂ 飽和度 (%)	93.2 ± 6.7 ↓	≒
O ₂ 分 圧 (mmHg)	81.0 ± 21 ↓	≒
CO ₂ 分 圧 (mmHg)	39.9 ± 13.6 ≒	≒
pH	7.40 ± 0.05 ≒	≒

自験例においては表11のように軽度の低 O₂ 血をみているが、これは比肺活量30%症例が含まれたための不足換気によるもので、比肺活量40%以上の症例では安静時の動脈血所見は正常である。

結 語

始めに動脈血検査の意義について先ず肺機能不全の有無の診断を行い、次いで肺機能不全があれば如何なる肺機能障害によるかを推定しうることを述べた。更に潜在性肺機能不全の早期診断とこれが治療及びリハビリテーションにおいて重要であることを強調した。

動脈血検査の実際については、最も一般的な方法について略述した。

最後に肺結核症と動脈血所見の関係について、(1) 動脈血例からみた肺結核症について検討を行い、Global insuffizienz と潜在性肺機能不全を強調、(2) 次いで病型、程度からみた動脈血所見について自験例を供しながら略述を行った。

参 考 文 献

1. 宮本 忍：胸部外科の病態生理，克誠堂（昭35）
2. 中村 隆・滝島 任：肺機能とその臨床，文光堂（昭35）
3. 阿武寿人：肺機能検査法，医学書院（昭32）
4. 長石忠三・中村 健：抗機能とその検査法，医学書院（昭34）
5. Comroe：The Lung，Year Book Publishers，U. S. A. (1955)
6. 笹本 浩：肺気腫，医学書院（昭30）
7. 磯田四郎：胸部疾患，7，477（昭38）
8. 楊 俊哲：呼吸器診療，14，187（昭34）

9. 横山哲朗：呼吸と循環，**9**，329（昭38）
10. 百瀬達也：呼吸と循環，**9**，381（昭38）
11. 高木 康・他：呼吸と循環，**10**，367（昭37）
12. 長浜文雄・他：呼吸と循環，**10**，847（昭37）
13. 中村 功・他：呼吸と循環，**12**，763（昭39）
19. 真島 武：胸部疾患，**4**，957（昭35）
15. 城 鉄雄：胸部疾患，**4**，1005（昭35）
16. 鈴木千賀志：胸部疾患，**4**，1016（昭35）
17. 佐藤睦平：胸部疾患，**4**，1043（昭35）
18. 梅田博道：呼吸器診療，**13**，375（昭26）
19. 梅田博道・他：日本胸部臨床，**24**，14（昭40）
20. 船津雄三：呼吸器診療，**13**，429（昭29）
21. 山本幹夫・他：呼吸と循環，**8**，343（昭35）
22. 岡村輝彦：日胸外学会誌，**4**，172（昭29）
23. 笹本 浩：結核，**37**，361（昭37）
24. 高橋久雄・他：日本胸部臨床，**23**，173（昭39）
25. 佐川弥之助：結核，**37**，378（昭37）
26. 笹本 浩：胸部疾患，**6**，432（昭37）
27. 金上晴夫・他：呼吸と循環，**10**，533（昭37）
28. 仁木偉彦夫・市川千里：臨床病理，**10**，423（昭37）
29. Comroe：Pulmonary Function Test，医歯薬出版社（昭32）